МЕТОДИКА / METHODS

Научная статья / Research Article
https://doi.org/10.11621/KPJ-25-09
УДК/UDC 37.013-051

Организационно-педагогические условия формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода к обучению

Н.В. Константинова ✉

Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация

✉ konstantinovanv316@mgpu.ru

Резюме

Актуальность. Современный этап развития образования актуализирует проблему модернизации технологического обучения. Введение на уровне начального образования нового образовательного результата — функциональная грамотность, стремительная технологизация общества и недостаточная разработанность методического обеспечения технологического образования, адекватного современной ситуации, определяют необходимость выделения нового компонента функциональной грамотности младших школьников — «технологическая грамотность», определения ее сущности, структурных характеристик и разработки подходов к ее формированию.

Цель. Проверка эффективности сконструированных педагогических условий формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода к технологическому обучению.

Выборка. В эксперименте приняли участие 158 обучающихся 1–2-х классов московских школ (Эг = 78 чел., КГ = 80 чел.), срок проведения эксперимента составил 2 года (сентябрь 2023 — май 2025 г.).

Методы. Суть эксперимента заключалась во включении в образовательный процесс экспериментальной группы сконструированной модели формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода к технологическому обучению, реализуемой через авторскую дополнительную программу «ВыраСТИМ!».

Для определения эффективности педагогического воздействия был разработан инструментарий, включающий критерии: знание и понимание технологий, критическое и креативное мышление, навыки решения проблем, умение работать с информацией, мотивация, готовность к нравственному выбору, командно-коммуникативные навыки. Для обеспечения надежности выводов использовались методы математической статистики: критерий Эппса — Палли, критерий Фишера, t-критерий Стьюдента.

Результаты. Сконструированы и эмпирически проверены организационно-педагогические условия формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода к обучению.

© Константинова, Н.В., 2025

Результаты анализа уровня сформированности технологической грамотности младших школьников на контрольном этапе эксперимента свидетельствуют о значимом результате педагогического воздействия. Наибольший прирост наблюдался в повышении уровня мотивации, умении работать с информацией и навыках решения проблем.
Выводы. На основе полученных данных были сделаны выводы о высокой эффективности STEAM-подхода в формировании технологической грамотности младших школьников.

Ключевые слова: технологическая грамотность, функциональная грамотность, STEAM(СТИМ)-подход, педагогический эксперимент, младшие школьники

Для цитирования: Константинова, Н.В. (2025). Организационно-педагогические условия формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода к обучению. *Казанский педагогический журнал, 31*(2), 56–77. https://doi.org/10.11621/KPJ-25-09

Pedagogical Conditions for the Formation of Technological Literacy in Younger Schoolchildren Based on a STEAM-Approach to Teaching

Natalia V. Konstantinova ✉

Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russian Federation

✉ konstantinovanv316@mgpu.ru

Abstract
Background. The modern stage of education development rises the problem of modernization of technological education. The introduction of functional literacy as a new educational result at the primary education level, the rapid technologization of society and the insufficient development of methodological support for technological education adequate to the current situation determine the need to identify a new component of functional literacy in younger schoolchildren — "technological literacy", to determine its essence, structural characteristics and the development of approaches to its formation.
Objective. In the course of the research, the effectiveness of the constructed pedagogical conditions for the formation of technological literacy in younger schoolchildren based on a STEAM approach to technological learning was tested.
Study Participants. 158 students of grades 1–2 in Moscow schools took part in the experiment (Eg = 78 people, KG = 80 people), the duration of the experiment was 2 years (September 2023 — May 2025).
Methods. The essence of the experiment was to include specially designed pedagogical conditions in the educational process of an experimental group. The conditions involved the use of a developed model for the formation of technological literacy in younger schoolchildren based on a STEAM approach to technological learning

the author's additional general educational programme of technological orientation "We are STEAM!" was the content core of the experiment.
To determine the effectiveness of pedagogical impact, a criterion-diagnostic toolkit was developed, including such criteria as knowledge and understanding of technology, critical and creative thinking, problem-solving skills, ability to work with information, motivation, attention to ethical issues, team and communication skills. Mathematical statistical methods were used to ensure the reliability of the conclusions: the Epps-Palley criterion, the Fisher criterion, and the Student's t-test.
Results. Organizational and pedagogical conditions for the formation of technological literacy in primary school students based on the STEAM approach to learning have been constructed and empirically tested. The results of the analysis of the level of formation of technological literacy in primary school students at the control stage of the experiment indicate a significant result of pedagogical influence. The greatest increase was observed in the level of motivation, the ability to work with information and in problem-solving skills.
Conclusions. Based on the data obtained, conclusions were made about the high efficiency of the STEAM approach in developing technological literacy in primary school students.

Keywords: technological literacy, functional literacy, STEAM-approach, pedagogical experiment, primary school students

For citation: Konstantinova, N.V. (2025). Pedagogical conditions for the formation of technological literacy in younger schoolchildren based on a STEAM-approach to teaching. *Kazan Pedagogical Journal, 31*(2), 56–77. https://doi.org/10.11621/KPJ-25-09

Введение

Актуальность исследования обусловлена тремя ключевыми факторами. Во-первых, современные образовательные стандарты требуют формирования функциональной грамотности как нового образовательного результата в начальной школе, что не обеспечивается традиционной системой технологического обучения[1].

Во-вторых, существующая система технологической подготовки младших школьников морально устарела и не отвечает вызовам цифровой эпохи, что создает объективную потребность в ее реформировании[2, 3].

[1] Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 286 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования» (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64100). URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028?ysclid=lvv4irpoxx481791963 (дата обращения: 20.04.2025).

[2] Федеральная рабочая программа начального общего образования «Труд (технология)» для 1–4 классов образовательных организаций. (2024). Москва: Изд-во Института развития образования. URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/frp-trud-tehnologiya_1-4_09062024.pdf (дата обращения: 03.01.2025).

[3] Концепция преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы от 24.12.2018 № ПК1-вн. URL: https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa (дата обращения: 17.02.2025).

© Konstantinova, N.V., 2025

В-третьих, необходимость преобразований подтверждается государственной образовательной политикой, закрепленной в Указе Президента РФ № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» за 2018 г.[4] и № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» 2024 г.[5], где особое внимание уделяется развитию инженерно-технологического образования как стратегического направления национального развития.

Это определяет необходимость выделения технологической грамотности в отдельный самостоятельный компонент функциональной грамотности младших школьников и разработки эффективных механизмов ее формирования.

До середины XX в. само понятие «технологическая грамотность» в международных научных исследованиях употреблялось в первую очередь в связи с профессиональным развитием взрослых, однако в 1980-х гг. Международная ассоциация технологического образования (ITEA) расширила это понятие, включив в него способность понимать, использовать, управлять и оценивать технологии в контексте их повседневного применения и социального функционирования. Такой подход подчеркивает важность не только профессиональных компетенций, но и осознанного взаимодействия человека с технологиями в различных сферах жизни. Были выпущены первые стандарты технологического обучения, подробно описывающие способы и методы развития технологической грамотности и цели, которые должны быть достигнуты на определенных этапах образования начиная с дошкольного уровня (Standards for Technological Literacy, 2007).

В зарубежных исследованиях проблема технологической грамотности младших школьников представлена работами С. Авсек, М. Барак, Б. Декстра и др. (Avsec, 2016; Barak et al., 2011; Dykstra, 2018).

В отечественной педагогической науке проблема исследуется фрагментарно, ключевые исследования принадлежат А.А. Романчук и О.А. Чиковой, Р.В. Каменевой, М.А. Витюниной, И.В. Сартаковой, однако фокус в них смещен в сторону более старшего возраста обучающихся (Романчук, 2022; Чикова и др., 2024).

В странах, где приняты стандарты технологической грамотности, реализуется системный мониторинг сформированности ключевых компетенций обучающихся, соответствующих образовательной ступени. Он позволяет оценить степень владения навыками и умениями, определить общий уровень сформированности технологической грамотности и эффективность технологического обучения.

Ученые С. Авсек и Дж. Джамшек из Словении и научная группа Национального тайваньского педагогического университета под руководством Та-Вэй Ли

---

[4] Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (дата опубликования: 07.05.2018 № 0001201805070038). URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038 (дата обращения: 17.06.2025).

[5] Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (Подписан 28 февраля 2024 года № 145). URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003 (дата обращения: 17.06.2025).

предложили свои системы оценки технологической грамотности школьников начиная с 6-летнего возраста (Avsec, 2016; Lee et al., 1998).

Таким образом, в основе исследования лежит выявленная необходимость реформирования технологического обучения и формирования технологической грамотности младших школьников. На основе теоретического анализа мы определили технологическую грамотность младших школьников как *компонент функциональной грамотности, представляющий собой интегральное системное динамическое качество личности, характеризующееся проявлением у обучающихся семи — одиннадцати лет высокого уровня критического и креативного мышления, коммуникативных умений, навыков командной работы, пониманием элементарных технологических процессов, готовностью на доступном уровне взаимодействовать с миром технологий, создавать несложные технологии, применять полученные технологические знания для решения практических задач, планировать и оценивать результаты своей деятельности.*

С целью экспериментальной проверки эффективности формирования технологической грамотности младших школьников мы сконструировали организационно-педагогические условия, в основе которых лежит структурно-содержательная модель формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM(СТИМ)-подхода к технологическому обучению (далее STEAM-подход). *STEAM* — это подход к обучению и развитию, который объединяет области науки (S), технологии (T), инженерии (E), искусства(A) и математики (*M), где связующим звеном компонентов является процесс инженерного проектирования и творческая деятельность* (Carnevale et al., 2011). *STEAM-подход и его базовый вариант STEM включены в программы начальных школ многих стран (Австралии, Англии,* Дании, Новой Зеландии, Китая, некоторых провинций Канады, ряда штатов США и др.) (Дадалко и др., 2024, Машкина и др., 2023; Рудской и др., 2017).

Структуру модели образуют пять блоков: целевой, методологический, содержательно-технологический, организационно-методический, оценочно-результативный, их основные положения отражены на Рисунке 1.

Целевой блок обозначает цели и задачи, направленные на формирование технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода.

В основе содержательно-технологического блока находится авторская программа для младших школьников «ВыраСТИМ!», включающая шесть разделов: «Бумажные трансформации», в котором через создание бумажных прототипов игровой среды реализуется практическое применение имеющихся и освоение новых знаний из области математики, инженерии и естественных наук; «Бионика», позволяющая изучать мир природных объектов через призму использования их уникальных свойств в мире технологий; «Механическая игрушка», в котором через создание подвижных игрушек и механизмов происходит оттачивание математических навыков, а на пропедевтическом уровне происходит знакомство с физическими законами; «Приключения электроники» позволяет в доступной форме понять принцип работы несложных электронных механизмов и их элементов,

собирать простейшие электрические схемы; «Безделушки на игрушки» — создание творческих проектов на основе вторичного использования сырья, уже ненужных бытовых мелочей и бросового материала, формирование экологической культуры; «Кулинарные парадоксы» позволяет в привлекательной для детей форме проводить химические опыты с продуктами и изучать трансформацию их физических свойств в процессе обработки и приготовления (Константинова, 2024).

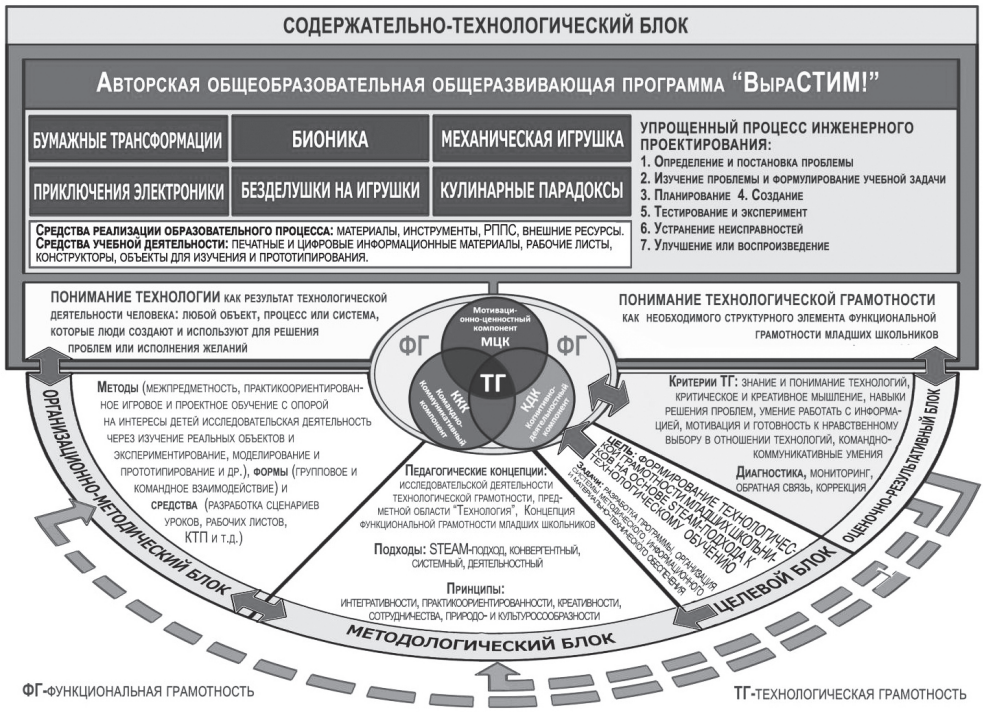

Рисунок 1

Структурно-содержательная модель формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода к технологическому обучению

К важным содержательным концептам, определяющим успешность включения STEAM-подхода в технологическое обучение младших школьников, относится широкое понимание технологии как *результат технологической деятельности: любой объект, процесс или система, которые люди используют для решения проблемы и исполнения желаний* (National Assessment of Educational Progress, 2012, p. 14).

Связующим звеном STEAM-компонентов является упрощенный процесс инженерного проектирования — *несложный алгоритм, помогающий обучающимся создавать проекты, без углубления в сложные инженерные расчеты, позволяющий структурировать и развивать критическое и креативное мышление, навыки решения проблем и умение работать с информацией, иллюстрирует связь теоретических знаний с практикой, повышает их ценность для ребенка.*

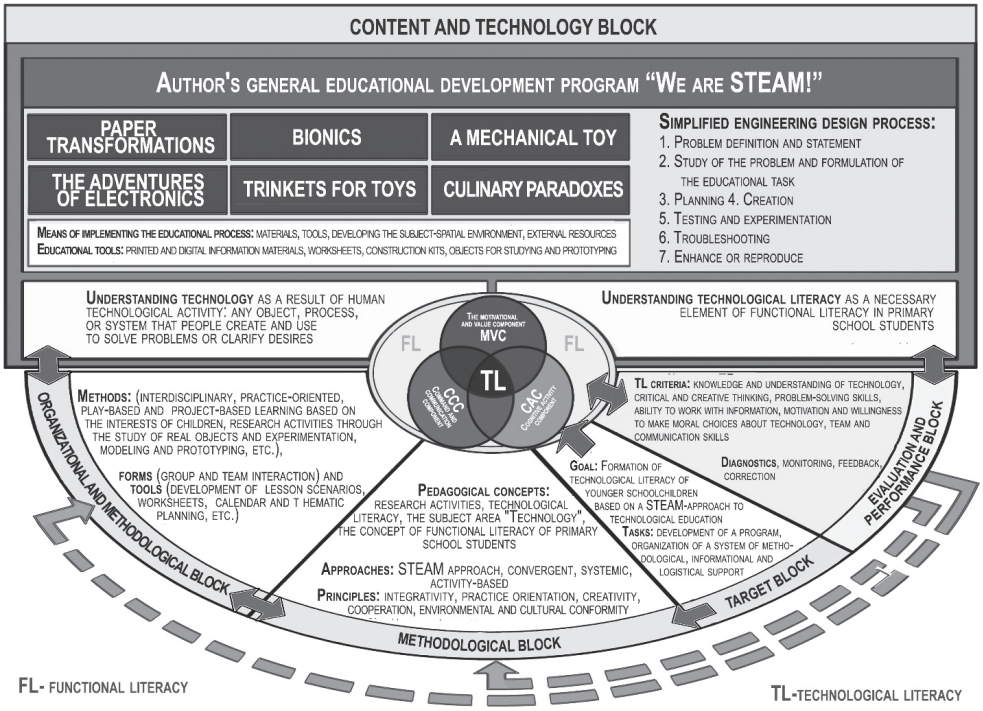

Figure 1

Structural and substantive model for the formation of technological literacy in younger schoolchildren based on a STEAM-approach to technological learning

Организационно-методический блок отображает необходимость разработки информационного обеспечения, учебно-методического комплекса, специальной развивающей предметно-пространственной среды и т.п.; оценочно-результативный содержит перечень критериально-диагностического инструментария, позволяющего эффективно оценивать уровень сформированности технологической грамотности младших школьников.

Эффективность использования STEAM-подхода к технологическому обучению младших школьников определяют специально сконструированные организационно-педагогические условия. Это предполагает включение компонента «технологическая грамотность» в структуру функциональной грамотности младших школьников, определение его сущности, структуры и содержания; разработку модели и критериально-диагностического инструментария, позволяющего эффективно оценивать уровень сформированности технологической грамотности. STEAM-подход следует адаптировать под государственный запрос и отечественные культурные традиции.

Методы исследования

Проведение педагогического эксперимента реализовывалось посредством включения в технологическое обучение испытуемых экспериментальной группы авторской дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «ВыраСТИМ!» (101 ч.) (в контрольной группе технологическое обучение не претерпело изменений и дополнений), а также форм, средств и методов, предусмотренных нашей моделью.

В ходе эксперимента были сформулированы две альтернативные гипотезы:

H_0 (нулевая гипотеза): предполагает отсутствие значимых различий в динамике формирования технологической грамотности между контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) группами.

H_1 (альтернативная гипотеза): указывает на наличие значимых различий в динамике формирования технологической грамотности вследствие реализации педагогических условий на основе STEAM-подхода.

Выборка

Эксперимент проводился в течение двух лет (2023–2025) и охватывал обучающихся московских школ 1–2-х классов, не проходящих каких-либо дополнительных испытаний при приеме в школу. Всего в эксперименте приняли участие 158 обучающихся: 72 мальчика и 86 девочек. Была использована двухэтапная оценка эффективности внедренного педагогического воздействия: на констатирующем и контрольном этапе эксперимента (Чикова и др., 2024; Мироненко, 2020; Gagel, 1997).

В исследовании приняли участие две группы:

— Экспериментальная группа (ЭГ, n = 78) — обучение с применением STEAM-подхода к технологическому обучению в рамках дополнительного образования.
— Контрольная группа (КГ, n = 80) — традиционные методы обучения.

Методы

Был разработан критериально-диагностический инструментарий: оценка проводилась по 8 критериям технологической грамотности, составляющим 3 компонента:

— когнитивно-деятельностный;
— мотивационно-ценностный;
— командно-коммуникативный.

Подобраны методики, позволяющие оценить уровень сформированности технологической грамотности (Таблица 1).

Таблица 1

Критериально-диагностический инструментарий для выявления уровня сформированности технологической грамотности младших школьников

№ п/п	Компоненты технологической грамотности		
1	**Мотивационно-ценностный**		
	Критерии: мотивация и готовность к нравственному выбору в отношении технологической деятельности		
	Показатели: интерес к технологической деятельности, осознание влияния технологий на жизнь людей и свою собственную, понимание связи технологического обучения с реальной жизнью, готовность к нравственному выбору в отношении технологической деятельности		
	Методики диагностики: на основе методики В.Г. Щур[5], адаптированной к контексту технологической деятельности, методика Т. Д. Дубовицкой (содержательные элементы с адаптацией к младшему школьному возрасту) (Дубовицкая, 2002)		
	Характеристика уровней сформированности		
	Высокий уровень	*Средний уровень*	*Низкий уровень*
	Выражение устойчивого интереса к технологической деятельности, эмоционально-положительного отношения к технологиям, осознание социально-нравственной значимости технологической деятельности, понимание связи технологического обучения с возможностью решения реальных проблем	Интерес к технологической деятельности ситуативный, отношение к влиянию технологий на общества неопределенное (не знает или считает, что влияние отрицательно), включается в деятельность при поддержке взрослого, понимает базовые этические аспекты технологической деятельности, внутренняя мотивация слабая	Пассивность к технологической деятельности, отсутствие интереса к ручному труду, отсутствие понимания связи технологического обучения с реальной жизнью
2	**Когнитивно-деятельностный**		
	Критерии: знание и понимание технологий, критическое и креативно мышление, навыки решения проблем и умение работать с информацией		
	Показатели: знание и понимание технологических процессов, материалов, особенностей работы с инструментами; многообразие освоенных технологий; умение решать теоретические технологические задачи в формате функциональной грамотности, знание технологической терминологии		
	Методики диагностики: авторский опросник Н.В. Константиновой на основе содержания ФРП «Технология» 1–4-го класса и дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «ВыраСТИМ!», УМК Е.А. Лутцевой, Т.П.Зуевой (Лутцева, Зуева, 2023), предполагающий решение технологических задач, в том числе в формате функциональной грамотности; методика Э.Ф. Замбацявичене[6], для детей 7–9 лет; тест Э.П. Торренса[7]; мониторинг ЭМУ[8]		

[6] Тест «Лесенка» для исследования самооценки дошкольников. (2021). URL: https://www.defectologiya.pro/zhurnal/test_lesenka_dlya_issledovaniya_samooczenki_doshkolnikov/ (дата обращения: 20.06.2025).

[7] Методика исследования словесно-логического мышления. URL: https://www.monographies.ru/ru/book/section?id=2707 (дата обращения: 20.06.2025).

[8] Тест креативности Торренса. Диагностика творческого мышления. URL: https://polazna-ds2.dobryanka-edu.ru/upload/versions/32369/64040/test_kreativnosti_Torrens.pdf (дата обращения: 20.06.2025).

[9] Конкурсы-исследования «ЭМУ» для школьников 1–11 классов. URL: https://emu.cerm.ru/?ysclid=mc5793wdnx967762305 (дата обращения: 20.06.2025).

2	**Характеристика уровней сформированности**		
	Высокий уровень	*Средний уровень*	*Низкий уровень*
	Основательное владение технологическими знаниями: умение различать и подбирать материалы и инструменты, знание технологических процессов, применение критического мышления при планировании и оценке своей работы, применение нестандартных способов деятельности, свободное владение технологической терминологией, отлично умеет работать с различными источниками информации	Базовые технологические знания (в основном в рамках содержания ФРП «Технология» 1–4-й класс), переносит знания в новую ситуацию с затруднениями, слабое проявление критического мышления (не выделяет главную мысль, не умеет обобщать и т.д.), слабо проявляет творческий подход к решению задачи, работа с различными источниками информации носит ограниченный характер (например, только устная или видеоинструкция)	Знания носят фрагментарный характер и ограничиваются только объемом ФПР, готовность решать только типовые задачи и задания, основанные на запоминании, без возможности переноса в новую ситуацию, плохо владеет умением работать с различными формами подачи информации, творческий подход к решению задач отсутствует (в задачах, предполагающих нескольких возможных вариантов ответов, выбирает только один)
3	**Командно-коммуникативный**		
	Критерии: командно-коммуникативные навыки		
	Показатели: коммуникативные навыки, навыки командной работы		
	Методики диагностики: методика Г.В. Бурменской «Совместная сортировка», для младшей школы[9]		
	Характеристика уровней сформированности		
	Высокий уровень	*Средний уровень*	*Низкий уровень*
	Эффективно работает в команде: распределяет роли, берет на себя ответственность за результат, предлагает решения, сглаживает конфликты, поддерживает товарища по команде	Участвует в совместной работе, но избегает ответственности, пассивен; коммуникация ситуативная (теряется в ситуации возникновения спора), не всегда учитывает эмоции партнера	В совместной работе проявляет пассивность, инициатива отсутствует; нарушает правила взаимодействия (перебивает, не умеет слушать, отказывается от общих решений, настаивает только на своей точке зрения); требуется постоянное вмешательство педагога

Table 1

Criteria and diagnostic tools for identifying the level of development of technological literacy in primary school students

№	**Components of technological literacy**
1	**Motivational and value-based**
	Criteria: motivation and readiness to make moral choices regarding technological activities
	Indicators: interest in technological activities, awareness of the impact of technologies on people's lives and their own, understanding of the connection between technological training and real life, readiness to make moral choices regarding technological activities
	Diagnostic methods: based on the method of V.G. Shchur[10], adapted to the context of technological activity, the method of T.D. Dubovitskaya (content elements with adaptation to primary school age) (Dubovitskaya, 2002)

[10] Задание «Совместная сортировка». (2007). URL: https://ppms22.ru/upload/medialibrary/fbb/zn26dpjkeohg6bhu7q4uoa6ev8wee475/2.4.Kommunikativnye_Sovmestnaya-sortirovka.pdf (дата обращения: 20.06.2025).

[11] The Ladder test is designed to study preschoolers' self-esteem. (2021). (In Russ.). URL: https://www.defectologiya.pro/zhurnal/test_lesenka_dlya_issledovaniya_samooczenki_doshkolnikov/ (accessed: 20.06.2025).

1	Characteristics of the levels of formation		
	High level	*Intermediate level*	*Low level*
	Expression of a stable interest in technological activities, an emotionally positive attitude towards technologies, awareness of the social and moral significance of technological activities, understanding of the connection between technological training and the possibility of solving real problems	Interest in technological activities is situational, attitude towards the influence of technologies on society is uncertain (does not know or believes that the influence is negative), gets involved in activities with the support of an adult, understands the basic ethical aspects of technological activities, internal motivation is weak	Passive attitude towards technological activities, lack of interest in manual skills, lack of understanding of the connection between technological training and real life
2	**Cognitive-activity**		
	Criteria: knowledge and understanding of technology, critical and creative thinking, problem solving skills and ability to work with information		
	Indicators: knowledge and understanding of technological processes, materials, features of working with tools; variety of mastered technologies; ability to solve theoretical technological problems in the format of functional literacy, knowledge of technological terminology		
	Diagnostic methods: author's questionnaire by N.V. Konstantinova based on the content of the FRP "Technology" grades 1–4 and the additional general educational developmental programme "We are STEAM!", teaching and methodological complex by E.A. Lutseva, T.P. Zueva (Lutseva et al., 2023), which involves solving technological problems, including in the format of functional literacy; the method by E.F. Zambatsyavichene[11], for children aged 7–9; the test by E.P. Torrance[12]; EMU monitoring[13]		
	Characteristics of the levels of formation		
	High level	*Intermediate level*	*Low level*
	Thorough knowledge of technological knowledge: ability to distinguish and select materials and tools, knowledge of technological processes, application of critical thinking when planning and evaluating one's work, application of non-standard methods of activity, fluent knowledge of technological terminology, excellent ability to work with various sources of information	Basic technological knowledge (mainly within the framework of the content of the FRP "Technology" grades 1–4), transfers knowledge to a new situation with difficulties, weak manifestation of critical thinking (does not highlight the main idea, does not know how to generalize, etc.), shows little creativity in solving problems; work with various sources of information is limited (for example, only oral or video instructions)	Knowledge is fragmentary and limited only by the volume of the FPR, readiness to solve only typical problems and tasks based on memorization, without the possibility of transferring to a new situation, poor skill in working with various forms of information presentation, lacks a creative approach to solving problems (in problems that involve several possible answers, selects only one)

[12] The methodology of the study of verbal and logical thinking. (In Russ.). URL: https://www.monographies.ru/ru/book/section?id=2707 (accessed: 20.06.2025).

[13] The Torrence Creativity Test. Diagnosis of creative thinking. (In Russ.). URL: https://polazna-ds2.dobryanka-edu.ru/upload/versions/32369/64040/test_kreativnosti_Torrens.pdf (accessed: 20.06.2025).

[14] EMU research contests for students in grades 1–11. (In Russ.). URL: https://emu.cerm.ru/?ysclid=mc5793wdnx967762305 (accessed: 20.06.2025).

3	**Command and communication**		
	Criteria: team and communication skills		
	Indicators: communication skills, teamwork skills		
	Diagnostic methods: Methodology of G.V. Burmenskaya "Joint sorting", for primary school[14]		
	Characteristics of levels of formation		
	High level	*Intermediate level*	*Low level*
	Works effectively in a team: distributes roles, takes responsibility for the result, suggests solutions, smooths out conflicts, supports teammates	Participates in teamwork, but avoids responsibility, is passive; communication is situational (gets lost in a dispute), does not always take into account the partner's emotions	In teamwork, shows passivity, lacks initiative; violates rules of interaction (interrupts, does not know how to listen, refuses joint decisions, insists only on his own point of view); requires constant intervention from the teacher

Обработка полученных в ходе исследования результатов проводилась с использованием методов математической статистики. Для определения нормальности распределения выборки был реализован анализ с использованием критерия Эппса — Палли, равенство дисперсий оценивалось на основе критерия Фишера, значимость полученных результатов определялась при помощи t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования

На констатирующем этапе эксперимента была проведена стартовая оценка уровня сформированности технологической грамотности обучающихся, произведена декомпозиция групп по уровням сформированности каждого компонента технологической грамотности изолированно друг от друга и по общему уровню сформированности технологической грамотности младших школьников на высокий, средний и низкий (Рисунок 2).

Рисунок 2

Распределение младших школьников по уровням сформированности общей технологической грамотности на констатирующем этапе

[15] The "Joint sorting" task. (2007). (In Russ.). URL: https://ppms22.ru/upload/medialibrary/fbb/zn26dpjkeohg6bhu7q4uoa6ev8wee475/2.4.Kommunikativnye_Sovmestnaya-sortirovka.pdf (accessed: 20.06.2025).

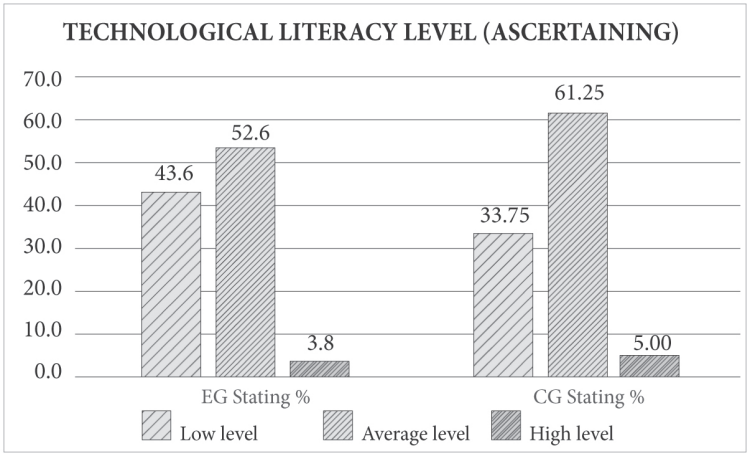

Figure 2
Distribution of primary school students by levels of general technological literacy at the ascertaining stage

Для проверки на нормальность распределения выборки был использован критерий Эппса — Палли (Новиков, 2004).

Результаты анализа представлены в Таблице 2.

Таблица 2
Критерий Эппса — Палли для оценки равномерности распределения выборок на констатирующем этапе эксперимента (ЭГ и КГ)

	Когнитивно-деятельностный компонент					**Мотивационно-ценностный компонетн**		**Командно-коммуникативный компонент**
	Знание и понимание технологий	Критическое мышление	Креативное мышление	Навыки решения проблем	Умение работать с информацией	Мотивация	Готовность к нравственному выбору	Командно-коммуникативные навыки
Экспериментальная группа КНСТ								
Кр. Эппса — Палли	**0,37**	**0,09**	**0,12**	**0,25**	**0,29**	**0,22**	**0,05**	**0,42**
Контрольная группа КНСТ								
Кр. Эппса — Палли	**0,45**	**0,09**	**0,12**	**0,03**	**0,15**	**0,21**	**0,27**	**0,44**

Table 2

Epps-Palley criterion for evaluating the uniformity of sample distribution at the ascertaining stage of the experiment (EG and KG)

	Cognitive activity component					The motivational and value component		Command and communication component
	Knowledge and understanding of technology	Critical thinking	Creative thinking	Problem solving skills	The ability to work with information	Motivation	Willingness to make moral choices	Command and communication skills
Experimental group STAT								
Epps — Palley criterion	**0.37**	**0.09**	**0.12**	**0.25**	**0.29**	**0.22**	**0.05**	**0.42**
Control group STAT								
Epps — Palley criterion	**0.45**	**0.09**	**0.12**	**0.03**	**0.15**	**0.21**	**0.27**	**0.44**

Ни один из полученных результатов не выходит за критические значения критерия Эппса — Палли, таким образом, полученные в результате расчетов данные говорят о нормальном распределении всех выборок.

Чтобы проверить равенство дисперсий выборок экспериментальной и контрольной группы, был использован тест Фишера, позволяющий подтвердить или опровергнуть гипотезу о равенстве дисперсий двух нормально распределенных выборок (Новиков, 2004).

Была сформулирована нулевая гипотеза, которая заключалась в том, что H_0 означает равенство дисперсий двух выборок, и проведены расчеты по каждому из показателей технологической грамотности младших школьников (Таблица 3).

Таблица 3

Расчет критерия Фишера для определения равенства дисперсий ЭГ и КГ на констатирующем этапе эксперимента

	Когнитивно-деятельностный компонент										Мотивационно-ценностный Компотент				Командно-коммуникативный компонент	
	Знание и понимание технологий		Критическое мышление		Креативное мышление		Навыки решения проблем		Умение работать с информацией		Мотивация		Готовность к нравственному выбору		Командно-коммуникативные навыки	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
n	80,00	78,00	80,00	78,00	80,00	78,00	80,00	78,00	80,00	78,00	80,00	78,00	80,00	78,00	80,00	78,00
SD	**6,60**	**5,06**	**4,82**	**4,44**	**7,42**	**8,44**	**14,45**	**14,06**	**12,41**	**15,08**	**4,43**	**9,88**	**8,24**	**11,47**	**0,65**	**0,63**

SD бол. / SD мен.	1,31	1,08	1,14	1,03	1,22	2,23	1,39	0,98
F крит. для α = 0,05	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
F эм. >< = F крит.	<	<	<	<	<	>	>	<
H_0 = дисперсии равны	**H0=**	**H0=**	**H0=**	**H0=**	**H0=**	**H0≠**	**H0≠**	**H0=**

Table 3

Calculation of the Fisher criterion for determining the equality of the variances of EG and CG at the ascertaining stage of the experiment

	Cognitive activity component										**The motivational and value component**				**Command and communication component**	
	Knowledge and understanding of technology		Critical thinking		Creative thinking		Problem solving skills		The ability to work with information		Motivation		Willingness to make moral choices		Command and communication skills	
	CG	EG	CG	EG	CG	EG	CG	EG	CG	EG	CG	EG	CG	EG	CG	EG
n	80.00	78.00	80.00	78.00	80.00	78.00	80.00	78.00	80.00	78.00	80.00	78.00	80.00	78.00	80.00	78.00
SD	**6.60**	**5.06**	**4.82**	**4.44**	**7.42**	**8.44**	**14.45**	**14.06**	**12.41**	**15.08**	**4.43**	**9.88**	**8.24**	**11.47**	**0.65**	**0.63**
SD more / SD less	1.31		1.08		1.14		1.03		1.22		2.23		1.39		0.98	
F crit. for α = 0.05	1.39		1.39		1.39		1.39		1.39		1.39		1.39		1.39	
F emp. >< = F crit.	<		<		<		<		<		>		>		<	
H_0= the variances are equal	**H0=**		**H0=**		**H0=**		**H0=**		**H0=**		**H0≠**		**H0≠**		**H0=**	

Сравнительный статистический анализ показал гомогенность групп по уровню сформированности технологической грамотности на констатирующем этапе эксперимента (тэм. = 0,66).

На контрольном этапе эксперимента производилась оценка динамики изменений всех критериев технологической грамотности изолированно и общего уровня сформированности технологической грамотности (Рисунок 3).

Динамика изменений отражает значительное превосходство эффективности примененного педагогического воздействия на общий уровень сформированности технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода в ЭГ относительно КГ. Особенно ярко на это указывает сопоставление низкого и высокого уровня обеих групп: в ЭГ он снизился на 20,5%, а в КГ увеличился на 38,7%, высокий в ЭГ прибавил 11,6%, против полного исчезновения в КГ. Если

учесть тот факт, что на контрольном этапе низкий уровень в ЭГ был несколько выше, чем в КГ, результаты можно считать еще более значительными в пользу ЭГ.

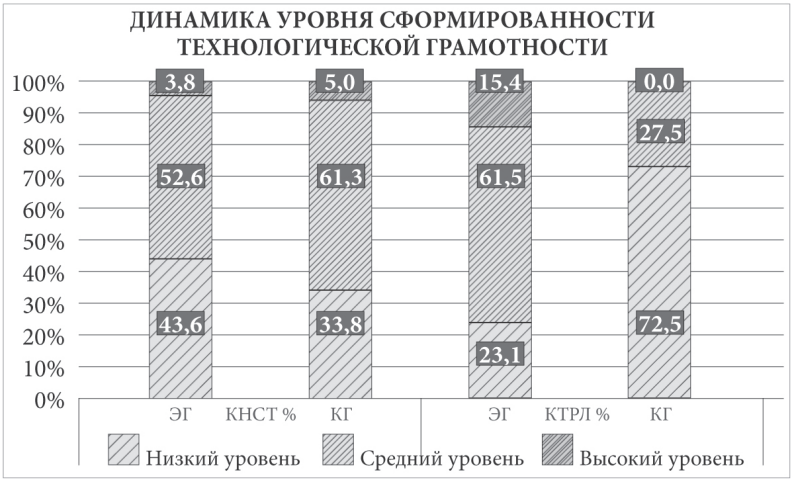

Рисунок 3

Динамика распределения младших школьников по общему уровню сформированности технологической грамотности на контрольном этапе эксперимента

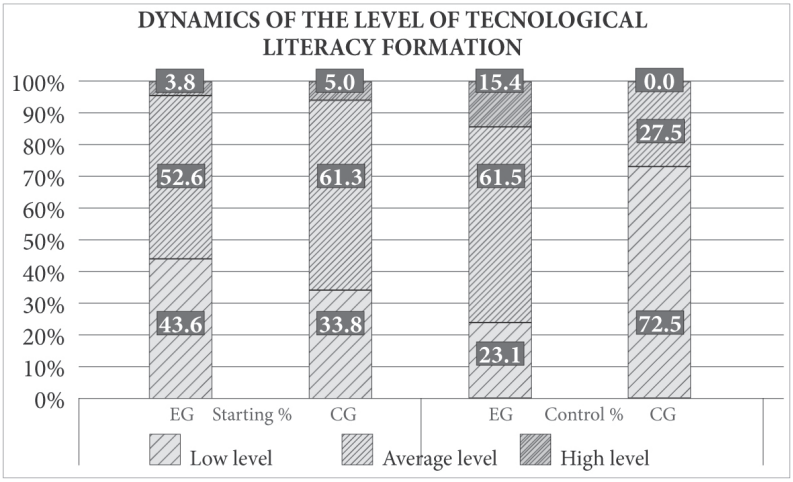

Figure 3

The dynamics of the distribution of younger schoolchildren by the overall level of technological literacy at the control stage of the experiment

Результаты контрольного этапа были статистически проанализированы: определены средние значения по каждому показателю (Хср.), их стандартные отклонения (SD) и расчетные t-значения для каждого критерия (Таблица 4).

Таблица 4

Сравнительный анализ контрольного этапа эксперимента по критериям сформированности технологической грамотности младших школьников

Критерий	КГ (Хср.)	ЭГ (Хср.)	Разница (ЭГ — КГ)	t-значение
Знание и понимание технологий	14,91	28,14	13,23	8,51
Критическое мышление	7,05	17,71	10,86	10,10
Креативное мышление	8,22	13,91	5,70	3,77
Навыки решения проблем	0,81	17,16	16,35	8,87
Умение работать с информацией	8,45	27,48	19,02	8,83
Мотивация	5,16	20,12	14,97	13,35
Готовность к нравственному выбору	10,80	18,81	8,01	5,54
Командно-коммуникативные навыки	0,04	0,44	0,40	3,47

Table 4

Comparative analysis of the control stage of the experiment according to the criteria of formation of technological literacy of younger schoolchildren

Criteria	CG (X Avg.)	EG (X Avg.)	Difference (EG — CG)	t-criteria
Knowledge and understanding of technology	14.91	28.14	13.23	8.51
Critical thinking	7.05	17.71	10.86	10.10
Creative thinking	8.22	13.91	5.70	3.77
Problem solving skills	0.81	17.16	16.35	8.87
The ability to work with information	8.45	27.48	19.02	8.83
Motivation	5.16	20.12	14.97	13.35
Willingness to make moral choices	10.80	18.81	8.01	5.54
Command and communication skills	0.04	0.44	0.40	3.47

Полученное t-значение общего уровня сформированности технологической грамотности (21.19) значительно превышает критическое, что подтверждает статистически значимое превосходство ЭГ над КГ в уровне технологической грамотности и свидетельствует об эффективности проведенного педагогического воздействия.

Обсуждение результатов

Проведенное исследование позволило выявить ключевые организационно-педагогические условия формирования технологической грамотности младших школьников на основе STEAM-подхода.

В рамках работы была выявлена необходимость включения компонента технологической грамотности в структуру функциональной грамотности младших школьников, определены ее сущность и структурно-содержательные

характеристики. Структуру технологической грамотности младших школьников образуют единство взаимосвязанных компонентов: мотивационно-ценностного, когнитивно-деятельностного и командно-коммуникативного компонентов.

Педагогический потенциал STEAM-подхода для формирования технологической грамотности младших школьников заключается в его возможности объединить в единую систему элементы естественнонаучного знания, инженерии, технологии, математики и искусства и интегрировать в технологическое обучение младших школьников посредством адаптированного (упрощенного) процесса инженерного проектирования, представляющего собой доступный для понимания обучающимися пошаговый алгоритм действий, усвоение которого способствует разработке и реализации интересных для детей проектов без применения сложных математических вычислений и специализированного инженерного анализа.

Выводы

Результаты исследования свидетельствуют о высокой эффективности STEAM-подхода в формировании технологической грамотности младших школьников. Наибольший прирост наблюдается в:

— мотивации: свидетельствует об эффективности использования игрового и проектного обучения, содержания, основанного на интересах детей и включения исследовательской составляющей в технологическое обучение;
— умении работать с информацией: подтверждает эффективность использования в организации технологической деятельности обучающихся различных форм подачи информации (текстовые и графические инструкции, чертежи, рисунки, схемы), оформление обучающимися результатов работы в таблицы, самостоятельное создание эскизов и т.п.;
— навыках решения проблем: в первую очередь говорит об эффективности практико-ориентированного обучения и использования упрощенного процесса инженерного проектирования.

Это подтверждает, что интеграция науки, технологий, инженерии и математики STEAM-подхода к технологическому обучению младших школьников, использование упрощенного процесса инженерного проектирования и личностно-ориентированное содержание обучения особенно эффективны для повышения учебной мотивации, формирования информационных навыков и проблемного мышления.

По итогу проведенного педагогического эксперимента можно сделать следующие выводы:

— STEAM-подход статистически значимо улучшает технологическую грамотность младших школьников;
— наиболее выраженные изменения наблюдаются в мотивационно-ценностном компоненте;
— результаты подтверждают целесообразность внедрения STEAM-подхода в образовательный процесс младшей школы.

Таким образом, применение STEAM-подхода является перспективным направлением модернизации начального образования в условиях технологической трансформации.

Практическое применение

Предложенные в исследовании концептуальные основы, принципы и методы STEAM-подхода к технологическому обучению обладают значительным практико-ориентированным потенциалом и могут быть эффективно интегрированы в образовательный процесс начальной школы в рамках как дополнительного, так и основного образования, в том числе и в других предметных областях: «Окружающий мир», «Математика» и др.

Список литературы

Дадалко, В.А., Костанянц, А.Г., Неустроев, Г.А. (2024). Образование как фундаментальный элемент обеспечения национальной безопасности государства. *Вестник Московского Университета. Серия 20. Педагогическое образование, 22*(4), 122–148. https://doi.org/10 .55959/LPEJ-24-29

Дубовицкая, Т.Д. (2002). Методика диагностики направленности учебной мотивации. *Психологическая наука и образование, 7*(2), 42–45. URL: https://psyjournals.ru/journals/pse/archive/2002_n2/Dubovitskaja (дата обращения: 20.06.2025).

Константинова, Н.В. (2024). Феномен технологической грамотности в контексте научно-педагогических исследований. *Мир науки, культуры, образования,* (3), 253–258. https://doi.org/10.24412/1991-5497-2024-3106-253-258

Лутцева, Е.А., Зуева, Т.П. (2023). Технология. 1–4 классы. Методическое пособие к предметной линии учебников системы «Школа России». Москва: Изд-во «Просвещение».

Машкина, О.А., Аринушкина, А.А., Ли, Я. (2023). Концепция и практика организации трудового воспитания в Китае. *Вестник Московского Университета. Серия 20. Педагогическое образование, 21*(3), 101–117. https://doi.org/10.55959/MSU2073-2635-2023-21-4-101-117

Мироненко, С.Н. (2020). Оценка сформированности критического мышления у обучающихся в общеобразовательной школе С.Н. Мироненко, Л.П. Тихонова, Н.П. Сиротинина. *Вестник Череповецкого государственного университета,* (1), 185–196. https://doi.org/10.23859/1994–0637-2020-1-94-16

Новиков, Д.А. (2004). Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). Москва: Изд-во «МЗ-Пресс».

Романчук, А.А. (2022). Корреляция компонентов технологической грамотности школьников. *Современное педагогическое образование,* (4), 186–191.

Рудской, А.И., Боровков, А.И., Романов, П.И., Киселёва, К.Н. (2017). Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования. *Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки, 23*(2), 7–16. https://doi.org/10.18721/JEST.230201

Чикова, О.А., Каменев, Р.В., Витюнин, М.А., Сартаков, И.В. (2024). Методика оценки технологической грамотности школьников на основе стандартов STL. *Педагогическое образование в России,* (2), 134–148.

Avsec, S. (2016). Technological literacy for students aged 6–18: a new method for holistic measuring of knowledge, capabilities, critical thinking and decision-making. *International Journal of Technology and Design Education, 26*, 43–60. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9299-y

Barak, M., Hacker, M. Fostering, H. (2011). Human Development Through Engineering and Technology Education. Boston: Sense Publ.

Carnevale, A.P., Smith, N., Melton, M. (2011). STEM. Washington: Center on Education and the Workforce Publ; Georgetown Univ. Publ.

Dykstra, B. (2018). Elementary Engineering:What Is the Focus? *Science and Children, 55*(7), 6–8. https://doi.org/10.2505/4/sc18_055_07_6

Gagel, C.W. (1997). Literacy and Technology: Reflections and Insights for Technological Literacy. *Journal of Industrial Teacher Education*, *34*(3), 6–34.

Lee, T.-W., Lin, W., Tseng, K.-H., Yu, K.-C. (1998). A Study on the Technological Literacy of Elementary and Junior High School Students in Taiwan. In: C.-J. Guo, (ed.). Proceedings of the National Science Council, Republic of China. In the Part D: Mathematics, Science, and Technology Education. (pp. 68–75). Taipei: Taiwan National Science Council Press.

National Assessment of Educational Progress. (2012). Technological Literacy Framework for the 2012 NAEP, Discussion Draft. WestEd. URL: http://www.nae.edu/nae/techlithome.nsf (accessed: 15.03.2025).

Standards for Technological Literacy. (2007). Content for the Study of Technology. International Technology Association and its Technology for all Americans Project. Virginia: Reston Publ.

References

Avsec, S. (2016). Technological literacy for students aged 6–18: a new method for holistic measuring of knowledge, capabilities, critical thinking and decision-making. *International Journal of Technology and Design Education, 26*, 43–60. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9299-y

Barak, M., Hacker, M. Fostering, H. (2011). Human Development Through Engineering and Technology Education. Boston: Sense Publ.

Carnevale, A.P., Smith, N., Melton, M. (2011). STEM. Washington: Center on Education and the Workforce Publ; Georgetown Univ. Publ.

Chikova, O.A., Kamenev, R.V., Vityunin, M.A., Sartakov, I.V. (2024). Methodology for assessing the technological literacy of schoolchildren based on STL standards. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii = Pedagogical Education in Russia*, (2), 134–148. (In Russ.)

Dadalko, V.A., Kostanyanc, A.G., Neustroev, G.A. (2024). Education as a fundamental element of ensuring national security of the state. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 20. Pedagogicheskoe obrazovanie = Bulletin of Moscow University. Series 20. Pedagogical Education, 22*(4), 122–148. (In Russ.). https://doi.org/10.55959/LPEJ-24-29

Dubovitskaya, T.D. (2002). Methodology for diagnosing the direction of educational motivation. *Psihologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, *7*(2), 42–45. (In Russ.)

Dykstra, B. (2018). Elementary Engineering: What Is the Focus? *Science and Children, 55*(7), 6–8. https://doi.org/10.2505/4/sc18_055_07_6

Gagel, C.W. (1997). Literacy and Technology: Reflections and Insights for Technological Literacy. *Journal of Industrial Teacher Education*, *34*(3), 6–34.

Konstantinova, N.V. (2024). The phenomenon of technological literacy in the context of scientific and pedagogical research. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The World of Science, Culture, Education,* (3), 253–258. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/1991-5497-2024-3106-253–258

Lee, T.-W., Lin, W., Tseng, K.-H., Yu, K.-C. (1998). A Study on the Technological Literacy of Elementary and Junior High School Students in Taiwan. In: C.-J. Guo, (ed.). Proceedings of the National Science Council, Republic of China. In the Part D: Mathematics, Science, and Technology Education. (pp. 68–75). Taipei: Taiwan National Science Council Press.

Lutseva, E.A., Zueva, T.P. (2023). Technology. Grades 1–4. Methodological manual for the subject line of textbooks of the School of Russia system. Moscow: Prosveshchenie Publ. (In Russ)

Mashkina, O.A., Arinushkina, A.A., Li, Ya. (2023). Concept and practice of organizing labor education in China. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 20. Pedagogicheskoe obrazovanie = Bulletin of Moscow University. Series 20. Pedagogical Education, 21*(3), 101–117. (In Russ.). https://doi.org/10.55959/MSU2073-2635-2023-21-4-101-117

Mironenko, S.N. (2020). Assessment of the development of critical thinking in students in a comprehensive school S.N. Mironenko, L.P. Tikhonova, N.P. Sirotinina. *Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Cherepovets State University*, (1), 185–196. (In Russ.). https://doi.org/10.23859/1994-0637-2020-1-94-16

National Assessment of Educational Progress. (2012). Technological Literacy Framework for the 2012 NAEP, Discussion Draft. WestEd. URL: http://www.nae.edu/nae/techlithome.nsf (accessed: 15.03.2025).

Novikov, D.A. (2004). Statistical methods in pedagogical research (typical cases). Moscow: MZ-Press. (In Russ.)

Romanchuk, A.A. (2022). Correlation of components of technological literacy of schoolchildren. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie = Modern Teacher Education*, (4), 186–191. (In Russ.)

Rudskoj, A.I., Borovkov, A.I., Romanov, P.I., Kiseleva, K.N. (2017). Analysis of the experience of the USA and Great Britain in the development of STEM education. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbPU. Estestvennye i inzhenernye nauki = Saint-Petersburg Polytechnic University Journal of Engineering Science and Technology. Natural and Engineering Sciences, 23*(2), 7–16. (In Russ.). https://doi.org/10.18721/JEST.230201

Standards for Technological Literacy. (2007). Content for the Study of Technology. International Technology Association and its Technology for all Americans Project. Virginia: Reston Publ.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Наталья Викторовна Константинова, аспирант департамента педагогики Института педагогики и психологии образования Московского городского педагогического университета, Москва, Российская Федерация, konstantinovanv316@mgpu.ru, https://orcid.org/orcid:0009-0003-7218-8276

ABOUT THE AUTHOR

Natalia V. Konstantinova, Postgraduate Student at the Department of Pedagogy, Institute of Pedagogy and Psychology of Education, Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russian Federation, konstantinovanv316@mgpu.ru, https://orcid.org/orcid:0009-0003-7218-8276

Поступила 01.05.2025. Получена после доработки 03.06.2025. Принята в печать 23.06.2025.
Received 01.05.2025. Revised 03.06.2025. Accepted 23.06.2025.